نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۱۲-۴۹۹

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 4, Winter 2022, p. 499-512

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر استفاده از پودر هسته خرما در جیره بر عملکرد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای و خونی گوسفند عربی

طاهره محمدآبادی[۱*]، زینب غزی[۱]، صالح طباطبایی وکیلی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۵

محمدآبادی، ط.، ز. غزی، و ص. طباطبایی وکیلی. ۱۴۰۰. بررسی تأثیر استفاده از پودر هسته خرما در جیره بر عملکرد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای و خونی گوسفند عربی. پژوهشهای علوم دامی ایران ۱۳(۴): ۵۱۲-۴۹۹.

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر پودر هسته خرما بر عملکرد و هضم پذیری مواد مغذی در گوسفند عربی جهت کاهش قیمت جیره و استفاده‌ی بهینه از محصولات فرعی کشاورزی انجام شد. در مرحله اول آزمایش، برای تعیین مقدار مناسب استفاده از هسته خرما، از مقادیر ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و۲۰ درصد هسته‌ی خرما در جیره استفاده شد و با آزمایش هضم برون‌تنی بهترین مقدار مشخص شد. در مرحله دوم از ۱۵ رأس بره‌ی نر عربی با میانگین وزنی ۵±۳۹ کیلوگرم و سن ۱۰ ماه در قالب طرح کاملاً تصادفی به مدت ۵۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد و جیره‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد هسته خرما (۴ تکرار برای هر تیمار) بودند که از نتایج آزمایشگاهی بدست آمد. در این مرحله قابلیت هضم، مصرف موادمغذی، عملکرد، جمعیت تک یاخته‌ها، فراسنجه های شکمبه‌ای و خونی و فراسنجه های هضم و تخمیر دامها بعد از تغذیه با هسته خرما نیز ارزیابی شدند. درمرحله اول سطوح ۵ و ۱۰ هسته خرما هضم‌پذیری بالاتری نشان دادند (P<۰/۰۵). ماده خشک مصرفی بره‌ها در تیمارهای حاوی هسته خرما افزایش یافت، اما قابلیت هضم ماده آلی، ماده خشک و پروتئین خام کاهش یافت (P<۰/۰۵). استفاده از هسته خرما سبب افزایش وزن دامها و بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک در تیمار ۵ و ۱۰ درصد گردید (P<۰/۰۵). غلظت گلوکزخون تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. غلظت نیتروژن اوره‌ای خون، کراتینین، تری‌گلیسرید و LDL به طور معنی‌داری در تیمارهای حاوی هسته خرما کاهش یافت (P<۰/۰۵). با این حال غلظت کلسترول و HDL در تیمار حاوی ۱۰ درصد هسته خرما به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). جمعیت تک یاخته‌های شکمبه، نیتروژن آمونیاکی و pH به طور معنی‌داری در تیمارهای حاوی هسته خرما نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد (P<۰/۰۵). پتانسیل و نرخ تولید گاز از کنجاله سویا با مایع شکمبه گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی و بازده سنتز توده زنده میکروبی و هضم‌پذیری ماده آلی برای تیمار شاهد و PF و توده زنده میکروبی برای تیمار حاوی ۱۰ درصد هسته خرما به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). همچنین پتانسیل و نرخ تولید گاز کاه گندم با مایع شکمبه گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی و توده زنده میکروبی و هضم‌پذیری ماده آلی برای تیمار شاهد و PF و راندمان سنتز توده زنده میکروبی برای تیمار حاوی ۱۰ درصد هسته خرما به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به دلیل عدم تأثیر منفی هسته خرما بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای و خونی و بهبود عملکرد حیوان، هسته خرما می‌تواند تا سطح ۱۰ درصد در جیره گوسفندان عربی استفاده شود. بنابراین استفاده از هسته خرما با اثر بر بهبود عملکرد دامها و وجود منبع بالایی از فیبر، انرژی و اسیدهای چرب، جایگزین قابل قبولی در جیره گوسفندان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تخمیر شکمبه‌ای، عملکرد، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم، هسته خرما.

مقدمه

با توجه به کمبود منابع علوفه‌ای و محدودیت منابع آبی و قیمت بالای مواد خوراکی، استفاده از منابع علوفه‌ای و غیر علوفه‌ای بومی و ارزان اهمیت زیادی دارد. خرما با نام علمی *فونیکس داکتیلی فرا* از

۱- استاد و دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
۲- دانشیار ، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.

(*- نویسنده مسئول: Email: mohammadabadi@asnrukh.ac.ir)
Doi:10.22067/ijasr.2021.38269.0

خانواده پالماسه بوده که دارای ۲۳ جنس و ۱۲۰۰ گونه است که روی هم رفته تیره‌ای بسیار بزرگ و مشخص را در سراسر جهـان تشـکیل می‌دهد و مراکز اصلی انتشار آن، سواحل استوایی آفریقا، آسیا، هند و آمازون می‌باشد (۱۸). آنالیزتقریبی هسته خرما نشان میدهدکه هسته خرما در دسته خوراک‌های دارای انرژی با کیفیت متوسط و محتـوی پروتئین خام مناسب برای نشخوارکنندگان طبقه‌بندی می‌شود. با این حال با توجه به نحوه روغن‌گیری و مقدار هسته‌ای که با آن مخلـوط شده است، ترکیب شیمیایی این محصول فرعـی متنـوع اسـت (۳۲). هسته خرما می‌تواند میزان پروتئین و فیبر مورد نیاز نشخوارکنندگان را تأمین کند. محققان میزان پروتئین خام، خاکسترخام، الیاف نـامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، سلولز، همی‌سلولز و لیگنین کنجاله هسته خرما را به ترتیـب ۴/۹، ۲۱/۱، ۴۰/۷، ۴۳/۳، ۲۶/۴، ۶/۴ و ۷/۴ درصد گزارش کردند. همچنین مقـادیرانرژی خـام، فیبر خام، کربوهیدرات‌ها، چربی و کلسیم به ترتیب ۴۶۶۳ کیلوکالری در کیلـوگرم، ۳۱/۱، ۷۷/۲، ۱۰/۱ و ۰/۶۱ درصـد بیـان شـد (۵). در مطالعه ای دیگر، میزان ماده خشک، خاکستر، چربی خام، فیبر خـام، عصاره عاری از نیتروژن و پروتئین خام در هسته خرما به ترتیب ۹۲، ۱/۹، ۸، ۲۳/۳، ۵۲/۹ و ۶ درصد گزارش شد (۳).

در تحقیق دیگری روی هسته خرما، میزان دسترسی اسـیدهـای آمینه آن ۶۵ درصـد تعیـین شـد (۲۹). هسـته خرمـا مجموعـه‌ای از اسیدهای آمینه بسیار ضـروری ماننـد لایـزین، ایزولوسـین، لوسـین، متیونین، ترئونین، والین وفنیل آلانین را در بـردارد (۵). مقـدار مـواد معدنی پر نیاز مانند کلسیم و فسفر هسته خرما قابل قبول بوده و بـه ترتیب حدود ۳/۵ و ۲/۳ گرم در کیلوگرم مـاده خشـک هسـته خرمـا می‌باشد (۱۰). با این حال در هسته خرما نسبت کلسیم به فسفر پایین است لذا جیره‌های بر پایه هسته خرما برای تأمین احتیاجـات حیـوان، نیاز به مکمل کلسیم دارند. هسته خرما دارای پوششی سخت است که در حین جویدن توسط حیوان مقاومت کـرده و از دهـان خـارج و یـا آن‌هایی که بلعیده شده بدون هضم شدن از طریق دسـتگاه گـوارش دفع می‌گردد (۲۲). بخش‌هایی مانند ترکیبات فنلی، ترکیبـات فـرار، توکوفرول (خانواده ویتامین E)، فلاونوئیـدها، کاروتنوئیـدها و دیگـر ترکیبات موجود در هسته خرما مورد توجه محققین قرار گرفتـه اسـت (۳۸). محققان از هسته خرما به مقـادیر ۵ تـا ۲۷ درصـد در خـوراک جوجه‌های گوشتی استفاده و مشاهده نمودند که ضریب تبدیل خوراک قابل قیاس یا حتی بهتر از نمونه شاهد است.

در مطالعه‌ای گزارش شد، افزایش استفاده از تفاله خرمـا درتغذیـه گوسفندان کرمانی باعـث کـاهش گلوکزخـون و نیتـروژن آمونیـاکی شکمبه شد (۲۳). تغییر معنی داری در غلظت کلسترول خون بـره‌هـا بین تیمارهای حاوی هسته خرما مشاهد نشـد (۳). نتـایج حاصـل از پژوهش‌ها بیانگر وجود مقادیر زیاد فیبرهای مغـذی در هسـته خرمـا است که از نظر تغذیه‌ای بسیار مفید هستند. این ترکیبات عـلاوه بـر تأثیر مطلوبی که در تنظیم حرکات دودی روده‌ها دارند ممکـن اسـت دارای خاصیت آنتی اکسیدانی هـم باشـند (۴۱). اطلاعـات در مـورد استفاده از هسته خرما به تنهایی در تغذیه گوسفندان نر عربی محدود است، بنابراین این مطالعه با هدف تأثیر پودر هسته خرما بر عملکرد و هضم پذیری مواد مغذی در گوسفند عربی جهت کاهش قیمت جیره و استفاده‌ی بهینه از محصولات فرعی کشاورزی انجام شد.

مواد و روش‌ها

ابتدابه منظور تعیین سطح مناسب هسته خرما، جیره‌هـای حـاوی مقادیر مختلف هسته خرما (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) با اسـتفاده از روش آزمایشگاهی تلی و تری مورد بررسی قـرار گرفتنـد. بـرای هـر تیمار ۴ تکرار در نظر گرفته شد، مایع شکمبه از گوسفندان تغذیه شده با جیره علوفه‌ای از طریق لوله مری به کمک شیلنگ و پمـپ خـلاء تهیه شد. پس از تعیین قابلیت هضـم مـاده خشـک، NDF و ADF بهترین سطوح هسته خرما در جیره به منظور استفاده در دام انتخـاب شدند. هسته خرما از شهرستان شادگان تهیه و به منظور اسـتفاده در جیره‌های آزمایشی آسیاب گردید.

در مرحله دوم آزمایش، از ۱۵ رأس گوسـفند نـر نـژاد عربـی بـا میانگین سن و وزن ۱۰ ماه و ۵±۳۹ کیلوگرم در قالب طـرح کـاملاً تصادفی استفاده شد. یک هفته پیش از شروع، در یک مرحله عملیات پشم چینی، واکسیناسیون و خوراندن داروهای ضد انگل انجـام شـد. قوچ‌ها در قفس‌های متابولیکی نگه‌داری شده و با جیره‌های آزمایشی به مدت ۵۰ روز تغذیه شـدند. جیـره غـذایی دام‌هـای مـورد مطالعـه براساس وزن و مطابق با جداول احتیاجات گوسفند (۳۰) تنظیم شدند. تیمارها شامل سه سطح هسته خرمـا (۰، ۵ و ۱۰ درصـد) بودکـه بـه صورت بخشی از کنسانتره به جیره گوسفندان اضافه شد (جدول ۱).

جیره مورد استفاده حاوی ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسـانتره بود. خوراک روزانه در دو وعده غذایی صبح و عصر سـاعت (۸ و ۱۶) توزین و به‌صورت یکنواخـت در اختیـار دام‌هـا قـرار داده شـد. مقـدار باقیمانده خوراک، قبل از خوراک روز بعد جمع‌آوری و وزن می‌شد تـا میزان مصرف خوراک روزانه محاسبه گردد. مقادیر خـوراک مصـرفی، باقیمانده خوراک و مدفوع برای تعیین قابلیت هضم مـواد مغـذی بـه مدت ۷ روز جمع‌آوری و ثبت شد. همچنین نمونه‌های مایع شکمبه، ۳ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، به میزان ۲۰ میلی‌لیتر، با روش لوله مری در روز ۴۵ آزمایش گرفته شد. بلافاصله pH با استفاده از دستگاه pH متر (متروم مدل ۸۲۷، آلمان) اندازه‌گیری شد. نمونه مایع شکمبه با استفاده از پارچه نخی ۴ لایه صاف‌شده و پس از صاف کـردن، ۱۰ میلی‌لیتر از آن با ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شده و بلافاصله به فریزر منتقل و در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگه‌داری شد.

جدول ۱-اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

Table 1-Ingredients and chemical compositions of experimental diets (% DM)

اقلام feed	درصد هسته خرما در جیره Palm kernel percentage in diet				
	0	5	10	15	20
یونجه Alfalfa	40	40	35	35	35
هسته خرما Palm kernel	0	5	10	15	20
کاه گندم Wheat straw	20	20	25	25	25
ذرت Corn	26	20	23	14	10
سبوس گندم Wheat bran	13	14	6	10	9
نمک طعام Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
مکمل معدنی ویتامینی[۱] Mineral vitamin Supplement[1]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ترکیب شیمیایی Chemical composition					
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری/ کیلوگرم) ME (Kcal/kg)[1]	2.39	2.39	2.45	2.50	2.53
پروتئین خام (درصد) CP (%)[2]	15.3	15.56	15.70	15.10	15.25
عصاره اتری (درصد) EE (%)[3]	5.2	6.5	6.7	6.9	6.12
کلسیم (درصد) Ca (%)	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
فسفر (درصد) P (%)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

[۱] هر کیلوگرم مکمل معدنی ویتامینی حاوی ۶۰۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین D، ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۵۰۰ میلی‌گرم آنتی اکسیدان، ۱۹۵ گرم کلسیم، ۸۰ گرم فسفر، ۲۱۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۰۰۰ میلی-گرم آهن، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۲ میلی‌گرم ید و ۱/۱ میلی‌گرم سلنیوم.

[1]One-kilogram vitamin and mineral premix included: vitamin A, 600000 IU; vitamin D, 200000 IU;vitamin E, 200 mg; Antioxidant, 2500 mg; Calcium, 195 g; Phosphorus, 80 gr; Magnesium, 21000 mg; Manganese, 2200 mg; Iron, 3000 mg; Copper, 300 mg; Zinc, 300 mg; Cobalt, 100 mg; Iodide, 12 mg and Selenium, 1.1 mg

غلظت نیتروژن آمونیاکی با روش فنول-هیپوکلرایت و استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (۱۲). در هفته پایانی دوره از گوسفندان در روز ۴۴ آزمایش، ۴ ساعت بعد از مصرف خوراک صبحگاهی خون‌گیری پس از ضدعفونی کردن از سیاهرگ گردنی و با استفاده از ونوجکت‌های حاوی ۱۰ میلی‌لیتر ماده ضد انعقاد انجام گرفت. در آزمایشگاه نمونه‌های خون سانتریفوژ (۳۰۰۰ دورو به مدت ۱۵ دقیقه) و پلاسمای حاصل از آن‌ها جدا گردید و جهت آنالیزهای بعدی (گلوکز، کلسترول، کراتینین، تری‌گلیسرید، نیتروژن اوره‌ای خون،LDL,HDL در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

شمارش تعداد تک‌یاخته‌ها، با اضافه کردن فرمالدئید به مایع شکمبه و با استفاده از لام هموسایتومتر به روش پیشنهادی دهوریتی (۱۳) انجام گرفت.

قابلیت هضم و تخمیر کاه گندم و کنجاله سویا (۴ تکرار برای هر نمونه) با روش آزمایش تولید گاز اندازه‌گیری شد. مایع شکمبه از گوسفندان تغذیه‌شده با سطوح مختلف هسته خرما با روش شرح داده‌شده در مرحله اول آزمایش، قبل از خوراک‌دهی صبح جمع‌آوری و

با پارچه چهار لایه صاف شده و در فلاسک مخصوص به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه با ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی مخلوط شد. بزاق تازه با مخلوط کردن ۲۴۰ میلی لیترمحلول معدنی پرنیاز، ۲۴۰ میلی‌لیتر بافر، ۰/۱۲ میلی‌لیتر محلول معدنی کم‌نیاز، ۱/۲۲ میلی‌لیتر محلول ریزازورین ۰/۱ درصد و ۴۰ میلی‌لیتر محلول احیا (۰/۲۸۵ گرم سولفید سدیم ۹ آبه در ۲ میلی لیتر از سود یک مولار حل شد و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد) تهیه شد (۲۶).

حجم گاز تولیدی حاصل از ۳۰۰ میلی‌گرم نمونه خوراک در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۹ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد. فراسنجه‌های تولید گاز با معادله نمایی فرانس به دست آمدند.

$$P = b(1 - e^{-ct})$$

که در این معادله p: پتانسیل تولید گاز، b: تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)، c: نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت)، t: زمان و e: عدد نپری هست.

عامل جداکننده (PF)، بیومس، راندمان بیومس میکروبی و هضم پذیری واقعی ماده آلی نیز اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌وتحلیل آماری

تجزیه داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با رویه GLM به‌وسیله نرم‌افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح خطای ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مرحله برون‌تنی نشان داد (جدول ۲) که هضم پذیری ماده خشک در بین جیره‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). با افزایش سطح هسته خرما در جیره، هضم پذیری ماده خشک روند کاهشی پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار مربوط به جیره شاهد و کمترین مقدار مربوط به جیره حاوی ۲۰ درصد هسته خرما است. بر این اساس در بین تیمارهای دارای هسته‌خرما، بیشترین میزان هضم پذیری ماده خشک در سطح ۵ و ۱۰ درصد و کمترین در سطح ۲۰ درصد نسبت به تیمار شاهد است.

بر طبق تحقیقات، محتوای بالای دیواره سلولی و وجود تانن در هسته خرما، منجر به کاهش اتصال میکروارگانیسم‌ها به دیواره سلولی و کاهش تخمیر و هضم میکروبی می‌شود (۲۵).

جدول ۲– قابلیت هضم آزمایشگاهی جیره‌های حاوی سطوح مختلف هسته خرما (درصد)[۱]

Table 2- *In vitro* digestibility of diets containing different levels of palm kernel (%)[1]

درصد هسته خرما Palm kernel (%)	قابلیت هضم Digestibility		
	Dry matter	NDF [2]	ADF [3]
0	75.23 ^{a}	50.35 ^{a}	45.65 ^{a}
5	73.31 ^{a}	45.76 ^{b}	38.78 ^{b}
10	68.18 ^{b}	40.68 ^{b}	30.45 ^{c}
15	64.43 ^{c}	38.14 ^{cb}	26.56 ^{c}
20	60.08 ^{d}	35.44 ^{c}	20.39 ^{d}
SEM	1.002	2.10	1.30
P-value	0.006	0.0001	0.007

[۱]در هر ستون اعداد دارای حروف غیرمشابه ازنظر آماری اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

[1]Means in column with differing superscripts differ (P<0.05).
[2] NDF: Neutral detergent fiber
[3] ADF: Acid detergent fiber
SEM: Standard error of means.

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر مصرف ماده خشک معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، به‌طوری خوراک مصرفی به ترتیب در جیره ۵ و ۱۰ درصد هسته خرما افزایش یافت (جدول ۳). مصرف ماده آلی به‌طور معنی‌داری با افزایش هسته خرما در جیره گوسفندان کاهش پیدا کرد و در جیره حاوی ۱۰ درصد هسته خرما کمترین مقدار بود.

تفاوت موجود در ماده خشک مصرفی و مصرف مواد مغذی را می‌توان به مقدار فیبر و لیگنین موجود در هسته خرما نسبت داد که بر میزان مصرف خوراک تأثیرگذار است. در مطالعه‌ای (۱) افزودن خرمای ضایعاتی در جیره بره‌های پرواری تغییر معنی‌داری در مصرف خوراک دام‌ها ایجاد نکرد. اگرچه با کاهش اندازه ذرات، نرخ عبور مواد

خوراکی از شکمبه افزایش می‌یابد اما ممکن است مقدار مصرف خوراک در نرخ عبور متفاوت یکسان باقی بماند. نتایج پژوهشی (۶) روی خرمای ضایعاتی نشان داد که استفاده از خرمای ضایعاتی در سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد در جیره گوسفندان به‌صورت جایگزین با بخشی از کنسانتره، اثری بر میانگین خوراک مصرفی گوسفندان نداشت. محققان گزارش کردند خرمای ضایعاتی (شامل بخش گوشتی و هسته خرما) از طریق افزایش خوش‌خوراکی جیره و یا نرخ عبور مواد از شکمبه باعث افزایش ماده خشک مصرفی در حیوانات می‌شود (۵).

جدول ۳- مصرف خوراک، عملکرد و قابلیت هضم مواد مغذی در گوسفندان تغذیه‌شده با جیره حاوی هسته خرما[1]

Tabel 3- Feed intake, performance and digestibility of nutrients in sheeps fed with diets containing palm kernel[1]

مصرف خوراک، عملکرد و قابلیت هضم مواد مغذی Feed intake, performance and digestibility of nutrients	هسته خرما (درصد) Palm kernel (%)				
	0	5	10	SEM[2]	P-value
مصرف مواد مغذی (گرم در روز) Nutrient intake(g/day)					
خوراک مصرفی روزانه (گرم) Feed intake (g)	1435 [ab]	1492 [a]	1627 [a]	40.8	0.043
ماده آلی مصرفی Organic matter intake	949.12 [b]	950.10 [b]	988.4 [a]	48.42	0.006
پروتئین مصرفی Protein intake	149.398	150.612	152.699	3.010	0.065
ماده آلی دفعی Excretion organic matter	304.401 [a]	276.432 [b]	200.111 [c]	12.32	0.007
ماده خشک دفعی Excretion dry matter	295.112 [a]	235.912 [b]	201.011 [c]	20.16	0.0010
پروتئین دفعی Excretion protein	35.98 [c]	51.78 [b]	60.66 [a]	2.130	0.017
قابلیت هضم (درصد) Digestibility(%)					
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	40.101 [a]	30.420 [b]	25.125 [c]	1.50	0.0310
ماده خشک Dry matter	69.101 [a]	54.920 [b]	49.220 [c]	2.091	0.041
پروتئین خام CP	60.245 [a]	59.917 [a]	50.545 [b]	2.18	0.0290
الیاف نامحلول درشوینده خنثی NDF	56.101 [a]	53.412 [a]	49.125 [b]	1.50	0.0310
ماده آلی Organic matter	65.66 [a]	60.78 [b]	51.98 [c]	20.31	0.0281
عملکرد (گرم) Performance					
ضریب تبدیل conversion ratio	7.2 [a]	6.3 [b]	6.7 [b]	0.87	0.0643
وزن اولیه first weight	36.66 [c]	38.25 [b]	43.5 [a]	0.70	0.042
وزن نهایی Final weight	45.5 [c]	50.3 [b]	55.5 [a]	0.54	0.033
کل افزایش وزن (گرم) Total weight gain (g)	8.84 [b]	12.05 [a]	12 [a]	2.98	0.0180
افزایش وزن روزانه (گرم) Daily weight gain(g)	176.8 [c]	241 [b]	240 [a]	25.4	0.0575

[1] در هر ردیف اعداد دارای حروف غیرمشابه ازنظر آماری اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

[2] خطای استاندارد میانگین‌ها.

[1]Means in rows with differing superscripts differ (P<0.05).

[2]SEM: Standard error of means.

استفاده از مقادیر مختلف هسته خرما (جدول ۳) در جیره سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF و ADF شد ($P<0/05$). استفاده از هسته خرما سبب بهبود افزایش وزن دام‌ها و بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک (جدول ۳) در تیمار ۵ و ۱۰ درصد شد ($P<0/05$).

بر طبق نتایج، بیشترین میزان افزایش وزن روزانه مربوط به گوسفندان تغذیه شده با ۱۰ درصد هسته خرما بود. جیره حاوی ۱۰ درصد هسته خرما دارای انرژی و چربی بیشتری نسبت به جیره های دیگر بوده که این امر منجر به افزایش پروتئین ورودی به روده و در نتیجه مصرف اختیاری خوراک می گردد. همچنین افزایش وزن و بهبود عملکرد با افزایش هسته خرما در جیره، می تواند به دلیل میزان بالاتر چربی و انرژی هسته خرما باشد (۳۶). در تحقیقی عنوان شد که وزن نهایی و افزایش وزن روزانه گوسفندان مصرف‌کننده ضایعات خرما در تیمار ۳۰ درصد بالاترین مقدار بود که احتمالاً به دلیل خوش‌خوراکی جیره و مصرف بالاتر مواد خوراکی بوده است (۸). اما دیگر محققان (۱)، گزارش کردند که تفاوت معنی داری در رشد روزانه و ضریب تبدیل بزغاله های تغذیه شده با خرمای ضایعاتی دیده نشد.

در مطالعه‌ای که روی تفاله خرما انجام گرفت، هضم پذیری ماده خشک برای تیمارهای شاهد و ۱۵ درصد تفاله خرما یکسان به دست آمد اما در سطوح ۳۰ و ۴۵ درصد تفاله خرما هضم پذیری ماده خشک کاهش یافت (۱۶). در مطالعه‌ای دیگر (۴۴)، که روی اثر سطوح مختلف خرمای ضایعاتی بر هضم پذیری ظاهری مواد مغذی انجام گرفت نشان داده شد که استفاده از سطوح متفاوت خرمای ضایعاتی در جیره، گوارش‌پذیری ماده خشک را تحت تأثیر قرار نداده است. این تفاوت در آزمایش‌ها می‌تواند ناشی از مقدار خرما و نوع خرما و یا ترکیبات منحصربه‌فرد کنسانتره مصرفی، نژاد حیوان و مدت‌زمان آزمایش به وجود آمده باشد (۴). میزان فیبر خام در هسته خرما ۳۹/۶ درصد و میزان لیگنین ۱۰/۱۴–۱۳/۳۵ درصد و دیواره سلولی ۸۰ درصد است که محققان گزارش کردند نسبت ماده خشک محلول، لیگنین و همی‌سلولز در خوراک‌ها سبب تفاوت زیادی در قابلیت هضم دیواره سلولی آن‌ها می‌شود (۳۹). کاهش قابلیت هضم ماده خشک تفاله خرما در مطالعات می‌تواند به دلیل ترکیبات لیگنو سلولزی بالای موجود در آن باشد که اتصالات قوی شیمیایی بین لیگنین و بسیاری از پلی‌ساکاریدهای و پروتئین‌های دیواره سلولی از هضم آن‌ها جلوگیری و یا از میزان هضم آن‌ها می‌کاهد. همچنین بر طبق مطالعات تانن باعث افزایش ترشح بزاق، افزایش مصرف خوراک، افزایش نرخ عبور و کاهش ماندگاری در شکمبه شده که درنتیجه منجر به کاهش قابلیت هضم ماده خشک می‌شود. در این آزمایش نیز وجود تانن در هسته خرما که به‌طور میانگین ۳/۸ درصد گزارش‌شده است (۳۵)، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام را به‌طور معنی‌داری کاهش داد.

نتایج مربوط به فراسنجه‌های تخمیری شکمبه نشان داد استفاده از هسته خرما در جیره‌های آزمایشی باعث کاهش pH و نیتروژن آمونیاکی شکمبه گوسفندان شد (جدول ۴) ($P<0/05$).

در مورد فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای یکی از علل احتمالی کاهش pH شکمبه در این آزمایش می‌تواند کاهش جمعیت تک‌یاخته‌های شکمبه در اثر وجود تانن و اسیدهای چرب در هسته خرما باشد که با کاهش تعداد آن‌ها به دلیل تخمیر سریع کربوهیدرات‌ها، pH کاهش می‌یابد. همچنین وجود تانن در خوراک موجب کاهش pH شکمبه شده است. در مورد اثرات فیبری هسته خرما نیز می‌توان گفت که pH مایع شکمبه نه‌تنها به‌وسیله فیبر جیره، بلکه به‌وسیله تعادل بین تولید اسید حاصل از تخمیر و ترشح بزاق تعیین می‌شود.

محققین نشان دادند که میزان تولید نیتروژن آمونیاکی حاصل از تجزیه اسیدهای آمینه در شکمبه تحت اثر اسیدهای چرب موجود در جیره‌های خوراکی نیز کاهش‌یافته است (۴۲). محققان در مقایسه اثرات سطح و نوع چربی در گاوهای شیری نشان دادند که افزودن روغن منداب باعث کاهش مقدار نیتروژن آمونیاکی شکمبه ۲/۵ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح گردید (۴۲). در گزارشی (۳۳) کاهش غلظت آمونیاک هنگام استفاده از چربی را به کاهش تعداد تک‌یاخته‌ها و کاهش بازیافت نیتروژن میکروبی مرتبط دانسته‌اند که منجر به کاهش تجزیه پروتئین به نیتروژن آمونیاکی می‌شود. به نظر می‌رسد اسیدهای چرب در هسته خرما با مکانیسم اثر مهارکنندگی بر تک‌یاخته‌ها، احتمالاً باعث کاهش نیتروژن آمونیاکی شده‌اند (۲۰). همچنین کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی را می‌توان به تانن موجود در هسته خرما نسبت داد که کاهش نیتروژن آمونیاکی در جیره‌های حاوی تانن نسبت به جیره‌های فاقد تانن بیشتر بود که ممکن است به دلیل کاهش تجزیه شدن پروتئین در شکمبه باشد که تشکیل کمپلکس تانن پروتئین باعث کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه و درنتیجه کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شده است (۱۷).

جمعیت گونه‌های *هلوتریش*، *سلولولا یتیک*، *انتودینیوم* و همچنین کل تک‌یاخته‌ها (جدول ۴) در مایع شکمبه گوسفندان به‌طور معنی‌داری تحت تاثیرجیره‌های آزمایشی قرار گرفتند ($P<0/05$).

جدول ٤–فراسنجه‌های تخمیر و جمعیت تک‌یاخته‌ها ($۱۰^۵$) در گوسفندان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی هسته خرما[۱]

Table 4- Fermentation parameters and protozoa population (10^5) in sheeps fed with diets containing palm kernel[1]

فراسنجه‌های تخمیر Fermentation parameters	**سطوح هسته خرما (درصد)** Palm kernel (%)				
	0	5	10	SEM[2]	P–value
pH	7.20 [a]	6.66 [b]	6.60 [b]	0.005	0.07
نیتروژن آمونیاکی (mg/100ml) Ammonia nitrogen	28.60 [a]	20.90 [b]	19.05 [c]	0.013	0.023
کل تک‌یاخته‌ها Total protozoa	9.60 [a]	6.21 [b]	5.90 [c]	1.10	0.016
هلوتریش Holotirish	0.15 [c]	0.22 [b]	0.45 [a]	0.06	0.023
سلولولیتیک Cellulolytics	0.75 [a]	0.55 [b]	0.42 [c]	0.028	0.015
انتودینیوم Entodinium	5.55 [c]	6.25 [b]	7.70 [a]	0.08	0.078

[۱] در هر ردیف اعداد دارای حروف غیرمشابه ازنظر آماری اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

[۲] خطای استاندارد میانگین‌ها.

[1]Means in rows with differing superscripts differ (P<0.05).

[2]SEM: Standard error of means.

جمعیت هلوتریش در شکمبه تحت تأثیر نوع جیره و ترکیبات جیره مصرفی توسط حیوان میزبان است، چرا که پس از مصرف خوراک و افزایش گلوکز در شکمبه جمعیت گونه‌های *هولوتریش* تحریک‌شده و فعالیت این‌گونه از تک‌یاخته‌ها افزایش می‌یابد (۱۹) و گونه‌های *سلولایتیک* برای تأمین نیتروژن موردنیاز خود از آمونیاک استفاده می‌کنند. بنابراین با کاهش نیتروژن آمونیاکی غلظت آن‌ها کاهش یافت. یکی از دلایل غالب بودن گونه‌های *انتودینیوم* می‌تواند ناشی از مقاومت بالای این گونه‌ها در شرایط مختلف شکمبه‌ای در مقایسه با سایر جنس‌ها باشد. همچنین یکی از دلایل کاهش تک‌یاخته‌ها، تانن هسته خرما است که محققان گزارش کردند تانن با اثر مستقیم روی تک‌یاخته‌ها و محدود کردن فرایند تخمیر شکمبه می‌تواند جمعیت آن‌ها را کاهش دهد (۴۲). محققین گزارش‌شده حساسیت تک‌یاخته‌ها به چربی جیره در بین گونه‌های تک‌یاخته‌های شکمبه متفاوت است و سلولایتیک‌ها حساسیت بیشتری به چربی و میزان اسید لینولئیک جیره دارند (۲۲).

بر طبق نتایج (جدول ۵) غلظت گلوکز خون تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). غلظت نیتروژن اوره‌ای خون، کراتینین، تری‌گلیسرید و LDL به‌طور معنی‌داری در تیمار شاهد بالاتر بود (P<۰/۰۵). بااین‌حال غلظت کلسترول و HDL در تیمار حاوی ۱۰ درصد هسته خرما افزایش یافت (P<۰/۰۵).

محققان گزارش کردند هنگامی‌که مقدار نیتروژن اوره‌ای پلاسما در گوسفندان تحت تیمار در دامنه معمول خود است نشان می‌دهد که جیره توانایی تأمین پروتئین موردنیاز حیوان را داشته است (۴). کاهش نیتروژن اوره‌ای خون نشان‌دهنده استفاده مؤثرتر میکروارگانیسم‌های شکمبه از آمونیاک در جهت ساخت پروتئین میکروبی است زیرا افزایش نیتروژن آمونیاکی در شکمبه باعث افزایش انتقال آن از شکمبه به کبد می‌شود که در کبد پس از تبدیل به اوره، وارد جریان خون می‌شود.

در تحقیقی (۳) تغییر معنی‌داری در میزان کلسترول خون بره‌ها بین تیمارهای حاوی هسته خرما مشاهده نشد. محققین (۳۱) بیان کردند با توجه به اینکه هسته خرما دارای مقدار و تنوع زیادی از تری‌گلیسریدهای با وزن مولکولی کم است ولی تأثیری از آن بر میزان تری‌گلیسریدهای خون مشاهده نشد. شاید از عوامل مؤثر بر میزان تری‌گلیسرید، تانن هسته خرما است (۲۱). محققان با بررسی نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع در هسته خرما گزارش کردند که پروفیل اسید چرب با تنوع نسبت باندهای یک و چندگانه ممکن است نتایج متنوعی را ایجاد نماید، اسیدهای چرب اشباع سنتز کلسترول را افزایش می‌دهند اما این ترکیبات سنتز هر دو شکل HDL و LDL را افزایش می‌دهند و نسبت هر دو باهم بالا می‌رود. اسیدهای چرب غیراشباع مانند اولئیک اسید در روغن هسته خرما وجود دارد که LDL را پایین آورده و HDL را به‌صورت مختصر بالا می‌برد. کراتینین ماده نهایی حاصل دهیدراته شدن کراتین فسفات است، گزارش‌هایی (۳) مبنی بر عدم تأثیرپذیری سطح کراتینین خون در اثر مصرف فراورده‌های فرعی خرما وجود دارد. کراتینین ماده‌ای

زائد است که در بافت ماهیچه‌ای ساخته مـی‌شـود و کـاهش غلظـت کراتینین پلاسما احتمالاً نشان‌دهنده کاهش میزان پروتئین بدن است (۳۴).

جدول ۵-اثر تغذیه هسته خرما بر فراسنجه‌های خونی گوسفندان عربی (میلی‌گرم بر دسی لیتر)[۱]

Table 5-The effect of palm kernel on blood parameters of Arabi sheeps (mg/dl)[1]

فراسنجه‌های خونی Blood parameters	هسته خرما (درصد) Palm kernel (%)			SEM[2]	P-value
	0	5	10		
گلوکز (میلی‌گرم در دسی لیتر) Glucose (mg/dl)	67.50	68.57	69.41	1.8	0. 51
نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم در دسی لیتر) BUN (mg/dl) [2]	25.45[a]	17.13[b]	11.02[c]	0.03	0.0002
کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر) Cholesterol (mg/dl)	60.66[b]	75.13[a]	76.30[a]	3.01	0.0012
کراتینین (میلی‌گرم در دسی لیتر) Creatinin (mg/dl)	0.56 [a]	0.45[b]	0.32[c]	0.01	0.013
تری گلیسیرید (میلی‌گرم در دسی لیتر) Triglyceride (mg/dl)	45.25[a]	35.56[b]	33.25[b]	2.12	0.009
لیپوپروتئین با دانسیته بالا (مول درلیتر) HDL (mol/l) [3]	35.23[b]	40.56[ab]	43.78[a]	0.018	0.075
لیپوپروتئین با دانسیته پایین (مول در لیتر) LDL (mol/l) [4]	22.34[a]	16.98[b]	14.86[b]	1.2	0.290

[۱] در هر ردیف اعداد دارای حروف غیرمشابه ازنظر آماری اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).
[۲] خطای استاندارد میانگین‌ها.

[1]Means in rows with differing superscripts differ (P<0.05).
[2]SEM: Standard error of means.
[2]Blood urea nitrogen, [3]High density lipoprotein, [4]Low density lipoprotein.

داده‌های مربوط به تولید گاز حاصل از تخمیرکنجاله سویا و کـاه گندم بعد از انکوباسیون با مایع شکمبه گوسفندان تغذیه‌شده با هسـته خرما به ترتیب در جدول ۶ ارائه‌شده است. پتانسیل و نرخ تولیـد گـاز سویا با مایع شکمبه گوسفندان تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی و بازده توده زنده میکروبی و هضم پذیری ماده آلی برای تیمار شاهد و PF و توده زنده میکروبی برای تیمار حاوی ۱۰ درصد هسته خرما بـه‌طـور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). همچنین پتانسیل و نرخ تولید گاز کاه گندم با مایع شکمبه گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی و توده زنده میکروبی و هضم پذیری ماده آلی برای تیمار شاهد و PF و بازده توده زنده میکروبی برای تیمار حاوی ۱۰ درصـد هسـته خرمـا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵).

با توجه به نتایج تولید گاز در آزمایشگاه محققـان بیـان نمودنـد، همبستگی مثبتی بین تولید گاز و تولید اسید چرب و همبستگی منفی بین تولید گاز و سنتز پروتئین میکروبی وجود دارد (۱۱). اثـر متقابـل بین اسیدهای چرب و منابع پروتئینـی ماننـد کنجالـه سـویا موجـب افزایش تولید گاز می‌گردد. ازآنجایی‌که متانول‌ها ارتباط تنگاتنگی بـا تک‌یاخته‌ها دارند با کاهش تک‌یاخته‌ها میزان متـانوژن و تولیـد گـاز (متان) کم می‌شود (۳۶). منابع خوراکی که NDF پـایین‌تـری دارنـد پتانسیل تولید گاز آن‌ها بالا است و با افزایش نسبت بخش محتویات لیگنینی شده تخمیر آن‌ها کمتر و منجر به کـاهش نـرخ تولیـد گـاز می‌شود (۴۰). توده زنده میکروبی تیمـار شـاهد از تیمارهـای حـاوی هسته خرما کمتر بـود ایـن شـاخص بیـان‌کننـده مقـدار سوبسـترای تجزیه‌شده به اسید چرب کوتاه زنجیر، گازها و تـوده زنـده میکروبـی است که بیان می‌کند چه مقدار سوبسترای تجزیه‌شده به اسید چـرب کوتاه زنجیر، گازها و توده میکروبی تبدیل‌شده است. سویا بـه‌عنـوان منبع پروتئینی و تأمین پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه از اسیدهای آمینه در مقابل تجزیه محافظت مـی‌کنـد درایـن‌بـین وجـود تـانن و اسیدهای چرب در هسته خرما تا حدی در برابـر هضـم میکروبـی در شکمبه محافظت می‌کند که این امر از اثرات مفید سطح مطلوب تانن و اسید چرب در جیره است. محققین مشاهده کردند که میزان PF در حضور دانه‌های روغنی افزایش پیدا کـرد. لیگنـین بیشـتر در دیـواره سلولی باعث ایجاد شرایط نامسـاعد میکروبـی در شـکمبه و کـاهش پروتئین میکروبی در شکمبه می‌شود (۳۷).

جدول ٦– فراسنجه‌های تولید گاز کنجاله سویا و کاه گندم با مایع شکمبه گوسفندان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی هسته خرما[۱]

Table 6- Gas production parameters of soybean meal and wheat straw with rumen fluid of sheeps fed with diets containing palm kernel[1]

فراسنجه‌های تولید گاز Gas production parameters	هسته خرما (درصد) Palm kernel (%)			SEM[2]	P–value
	0	5	10		
کنجاله سویا Soybean meal					
پتانسیل تولید گاز (میلی لیتر/ ۳۰۰ میلی‌گرم) b (ml/300mg)[3]	111,976[a]	112.667[a]	115.760[a]	0.212	0.009
نرخ تولید گاز (میلی لیتر / ساعت) c (ml/h)[4]	0.022[a]	0.026[a]	0.016[b]	0.005	0.029
عامل جداکننده (میلی‌گرم / میلی لیتر) PF (mg/ml)[5]	2.991[c]	4.461[b]	5.912[a]	0.095	0.018
توده زنده میکروبی (میلی‌گرم) Microbial biomass (mg)	60,610[c]	85.612[b]	98.312[a]	4.019	0.029
بازده توده زنده میکروبی (درصد) Microbial biomass efficiency (%)	68.19[a]	58.08[b]	45.12[c]	0.020	0.030
هضم پذیری ماده آلی (میلی‌گرم) Digestibility of organic matter (mg)	79.60[a]	90.54[b]	93.73[b]	0.013	0.0044
کاه گندم Wheat straw					
پتانسیل تولید گاز (میلی لیتر/ ۳۰۰ میلی‌گرم) b (ml/300 mg)	85.161[a]	82.346[a]	78.081[b]	2.010	0.0611
نرخ تولید گاز (میلی لیتر / ساعت) c (ml/h)	0.020[a]	0.016[ab]	0.013[b]	0.001	0.0311
عامل جداکننده (میلی‌گرم / میلی لیتر) PF (mg/ml)	5.970[c]	7.319[b]	9.012[a]	0.733	0.0832
توده زنده میکروبی (میلی‌گرم) Microbial biomass (mg)	130.399[a]	117.410[b]	108.203[c]	0.201	0.0046
بازده توده زنده میکروبی (درصد) Microbial biomass efficiency (%)	60.90[c]	68.98[b]	70.25[a]	0.0420	0.0381
هضم پذیری ماده آلی (میلی‌گرم) Digestibility of organic matter (mg)	99.58[a]	74.58[b]	66.16[c]	0/0311	0.0712

[۱] در هر ردیف اعداد دارای حروف غیرمشابه ازنظر آماری اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).
[۲] خطای استاندارد میانگین‌ها.

[1]Means in rows with differing superscripts differ (P<0.05).
[2]SEM: Standard error of means.
[3]Gas production potential,[4]Gas production rate, [5]Partitioning factor

تولید گاز پایین در هسته و تفاله خرما می‌تواند ناشی از محتـوای دیواره سلولی بالا در آن‌ها باشد و مدت‌زمان زیادی طول می‌کشد تـا میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌های سلولولایتیک) به دیواره سلولی اتصال پیداکرده و آن‌ها را مورد تجزیه قرار دهند (۲۵). نتایج آزمایش نشـان می‌دهد که پتانسیل تولید گاز کاه گندم تحت تأثیر تیمار قرار گرفـت که می‌تواند به دلیل اثرگذاری تانن در کاهش فعالیـت بـاکتری‌هـای سلولولایتیک و کاهش تک‌یاخته‌ها باشد. پتانسیل تولید گاز کاه گندم در مایع شکمبه گوسفندان تغذیه‌شده با هسته خرما افزایش و بعدازآن کاهش یافت که احتمالاً کاهش به علت وجود ترکیبات فنلی ازجملـه تانن و روغن‌های غیراشباع در هسته خرما باشد، تانن موجب کـاهش تولید گاز در شکمبه می‌شود (۱۵) و ایـن کـاهش بـه دلایلـی نظیـر کاهش اتصال میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌ها بـه ذرات غـذایی، مهـار رشد میکروب‌ها و مهار آنزیم‌های میکروبی است (۲۷). ایـن افـزایش جزی در میزان گاز تولیدی در سـطوح پـایین هسـته خرمـا، احتمـالاً

مربوط به تجزیه برخی از ترکیبات این روغن‌ها توسط میکروب‌ها است، اما در میزان هضم مواد آلی در سطوح پایین مشاهده نگردید. بااین‌وجود در سطوح بالاتر به نظر می‌رسد که این روغن‌ها اثرات منفی بر باکتری‌های شکمبه دارند و به‌طور هم‌زمان هم میزان تولید گاز و میزان هضم مواد آلی و خشک کاهش‌یافته است. محققان (۲۸) دریافتند که اضافه نمودن روغن‌های گیاهی تولید گاز را بیش از ۸۳ درصد کاهش داده است. تأثیر تانن بر کاهش نرخ تجزیه‌پذیری خوراک باعث کمک به هم‌زمانی آزاد شدن مواد خوراکی می‌شود که با مصرف گیاهان حاوی تانن میزان نیتروژن غیر آمونیاکی واردشده به روده باریک بیشتر از نیتروژن مصرفی است و بخشی از آن موجب افزایش سنتز پروتئین میکروبی می‌شود. محققان (۹) گزارش کردند که وجود منابع تانن دار در خوراک باعث افزایش PF شد که این‌یک امر مثبت بر تغذیه پروتئین توسط دام دانسته‌اند. بین قابلیت هضم ماده آلی درروش تولید گاز و میزان ترکیبات فنولی رابطه منفی وجود دارد به‌طوری‌که با افزایش ترکیبات فنولی میزان قابلیت هضم کاهش یافت (۳۸). محققان گزارش کردند که علت بالاتر بودن PF و راندمان توده زنده میکروبی را شاید به تولید گاز پایین نسبت داد. خوراک‌های دارای PF بالاتر به میزان بیشتری توسط دام مصرف می‌شود، زیرا خوراک‌هایی که حاوی تانن هستند مقدار بیشتری PF تولید می‌کنند و حضور این کمپلکس تانن باند شده با پروتئین‌ها باعث تخمیر کمتری از ماده آلی هضم شده حقیقی می‌شود (۹).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از آزمایش اخیر، واردکردن هسته خرما در جیره گوسفندان عربی تا سطح ۱۰ درصد اثرات منفی بر عملکرد دام‌ها و فراسنجه‌های خونی و شکمبه نداشت و موجب افزایش مصرف خوراک و وزن نهایی گردید. اگر چه با داشتن لیگنین و ترکیبات فنلی و چربی هضم پذیری‌ها کاهش یافت اما با بهبود عملکرد دام‌ها و وجود منبع بالایی از فیبر، انرژی و اسیدهای چرب، جایگزین قابل قبولی در جیره گوسفندان است، اما نیاز به آزمایش‌ها و تکرارهای بیشتری است.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم می‌داند از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، به خاطر حمایت مالی پژوهش حاضر تشکر و قدردانی به عمل آید.

Refrences

1.Abdel-Rahman, H. H., A. A. Abedo, Y. A. A. El-Nomeary, M. M. Shoukry, M. I. Mohamed, and M. S. Zaki. 2012. Response of replacement of yellow corn with cull dates as a source of energy on productive performance of goat's kids . Life Science Journal, 9(4): 2250-2255.

2.Abdel-Fattah, M. S., A. A. Abdel-Hamid, A. M. Ellamie, M. M. El-Sherief, and M. S. Zedan. 2012. Growth Rate, Some Plasma Biochemical and Amino Acid Concentrations of Barki Lambs Fed Ground Data Palm at Siwa Oasis. Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 12: 1166-1175.

3.Al-Shanti, H. A., A. M. Kholif, K. J. Al-Shakhrit, M. F. Al-Banna, and I. E. Abu-Showayb. 2013. Use of crushed date seeds in feeding growing assaf lambs. Egyptian Journal of Sheep and Goat Science, 8(1): 65-73.

4. AL-Ani, A. N., Hassan, S. A., Aljassim, R. A. M. 1991. Dries date pulp in fattening diets for Awassi lambs. Journal Small Ruminant Research, 6: 31-37.

5. Al-Dabeeb, S. N. 2005. Effect of feeding low quality date palm on growth performance and apparent digestion coefficients in fattening Najdi sheep. Journal Small Rumination Research,57: 37-42.

6. Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle.Journal of Dairy Science,83: 1598-1624 1598.

7. Almitairy, M. H., Alowaimer, A. N., El-Waziry, A. M., Suliman, G. M. 2011. Effects of Feeding Discarded Dates on Growth Performance and Meat Quality Traits of Najdi Lambs. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10: 2221-2224.

8. Angaji, L., M. Souri, M. M. Moeini. 2011. Deactivation of tannins in raisin stalk by polyethylene glycol-600: Effect on degradation and gas production in vitro. African Journal of Biotechnology, 10(21): 4478-4488.

10. Ashraf, Z., and Z. Hamidi-Esfahani. 2011. Date and date processing: a review.Journal Food Reviews International, 27: 101-133.

9. Besbes, S., C. Blecker, C. Deroanne, N. Bahloul, G. Lognay, N. Drira, H. Attia. 2004. Date seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. Journal Animal Science, 11: 251-265.

10. Blummel, M., E. R. Ørskov. 1993. Comparison of in vitrogas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Journal Animal Feed Science Technology, 50: 109-119.

11. Broderick, G. A., and J. H. kang. 1980. Automated simultaneous derermination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. Journal of Dairy Science, 63: 64-75.

12. Dehority, B. A. 2003. Rumen Microbiology. Academic Press, London.

13. Frutos, P. G., F. J. Giraldez, A. R. Mantecon. 2004.Review. Tannins and ruminant nutrition. Spanish. Journal of Agricultural Research, 2(2): 191–202.
14. Getachew, G., H. P. K. Makkar, and S. Becker. 2000. Effect of polyethylene glycol on in vitrodegradability and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. British Journal of Nutrition, 84: 73–83.
15. Genin, D., A. T. Kadri, K. Khorchani, F. Sakkal, and M. Hamadi. 2004.Valorisation of date palm by products (DPBP) for livestock feeding in Southern Tunisia. I-Potentialities and traditional utilization. Options Mediterraneennes Series A, 59: 221-226.
16. Hall, M. B., and C. Herejk. 2001. Differences in yields of microbialcrude protein from invitro fermentation of Carbohydrates. Journal Dairy Science, 84: 2486-2493.
17. Hamada, J. S., I. B. Hashim, F. A. Sharif. 2002. Preliminary Analysis and Potential uses of date pits in Food.Journal Food Chemistry, 76: 135 – 137.
18. Henderson, S. J., H. E. Amos, and I. J. Evans. 1985. Influence of dietary protein concentration and degradability on milk production, composition, and ruminal protein metabolism. Journal Dairy Sciences, 68:2227-2237.
19. Hess, B. W., G. E. Moss, and D. C. Rule. 2008.A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. Journal Animal Sciences, 86: 188-204.
20. Hussein, A. S., G. A. Alhadrami, Y. H. Khalil. 1998. The use of dates and date pits in broiler starter and finisher diets. Journal Bioresource Technology, 66(32): 219-223.
21. Ivan, M., H. V. Petit, J. Chiquette, and A. D. G. Wright. 2013. Rumen fermentation and microbial population in lactating dairy cows receiving diets containing oilseeds rich in C-18 fatty acids. British Journal Nutrition, 109: 1211–1218.
22. Khazri, A., S. Javidan. M. R. Mohammad Abadi, and O. Diane. 2012. Effect of date pulp on ruminal fermentation and blood parameters in Kermani sheep. National Date Conference of Iran, Shahid Bahonar University of Kerman, 13 and 12 September. Pp. 562- 567. (In parsian)
23. Makkar, H. P. S., and K. Becker. 1998. Do tannins in leaves of trees and shrubs from African and Himalayan regions differ in level and activity. Agroforest System, 40: 59-68.
24. Melaku, S., K. J. Peters, and A. Tegegne. 2003 In vitro and in situ evaluation of selected multipurpose trees, wheat bran and Lablab purpureus as potential feed supplements of tef (Eragrostistef) straw. Animal Feed Science Technology, 108: 159-179.
25. Menke, K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and invitro gas production using rumen fluid. Journal Animal Research and Development, 28: 7-55.
26. McSweeney, C. S., B. Palmer, D. M. McNeill, and D. O. Krause. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. Journal Animal Feed Science and Technology, 91:83–93.
27. McNabb, W. C. 2002. Lotus corniculatus condensed tannins decrease in vivo populations of proteolytic bacteria and affect nitrogen metabolism in the rumen of sheep. Canada Journal Microbiol, 48: 911–921.
28. Mustafa, M. F., A. R. Alimon, W. I. Zahari, and M. Bejo. 2004.Nutrient digestibility of palm kernel cake for Muscovy ducks. Asian-Australian Journal of Animal Science, 17(4): 514-517.
29. National Research Council (NRC). 2007. Nutrient Requirements of lamb.7th ed, National Academy Press, Washington, DC.USE.
30. Nehdi, I., S. Omri, M. I. Khalil, and S. I. Resayes. 2010 Characteristics and chemical composition of date palm (*Phoenix Canariensis*) seeds and seed oil. Journal Industrial Crops and Products, 32: 360-365.
31. O'Mara, F. P., F. J. Mulligan, E. J. Rath, M. P. J. Caffrey. 1999. The nutritive value of palm kernel meal measured in vivo and using rumen fluid and enzymatic techniques. Journal Lives production Science,60: 305- 316.
32. Onetti, S.G., Shaver, R.D., Grummer, R.R. 2001. Effect of type and level of dietary fat on rumen fermentation and performance of dairy cows fed corn silagebased diets. Jornal Dairy Science, 84:2751–2759.
33. Polat, U., D. Yesilbag, and E. Mustafa, E. 2011. Serum Biochemical Profile of Broiler Chickens Fed Diets Containing Rosemary and rosemary volatile oil. Journal of Biology and Environmental Science, 5: 23-30.
34. Rezaei Nia, A. 2014.Chemical composition and fatty acids profiles of major date cultivars in Iran and their potential for nutrition in Holstein cows, PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, pp. 93, 95 and 109. (In parsian)
35. Sallam, S. M. A., I. C. da Silva Bueno, P. B. de Godoy, F. N. Eduardo, D. M. S. Schmidt Vittib, A. L. Abdalla. 2010. Ruminal fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. Journal Tropical and Subtropical Agroecosystems, 12: 1 – 10.
36. Sallam, S. M. A. 2005. Nutrition value assessment of the alternative feed researches by gas production and rumen fermentation in vitro. Journal Science Food Agriculture, 1(2): 200-209.
37. Saafi, E. B., M. Trigui, R. Thabet, M. Hammami, and L. Achour. 2008. Common date palm in Tunisia: chemical composition of pulp and pits. International Journal of Food Science and Technology, 43: 2033-2037.
38. Smith, L. W., H. K. Goering, and C. H. Gordon. 1972. Relationships of forage compositions with rates of cell wall

digestion and indigestibility of cell walls. Journal of Dairy Science, 55: 1140–1147.
39. Sommart, K.., D. S. Parker, P. Rowlinson, and M. Wanapat. 2003.Fermentation characteristics andmicrobial protein synthesis in an in vitrosystemusing cassava, ricestraw and dried ruzi grass as substrates. Asian-Australia Journal Animal Science, 13: 1084-1093.
40. Vandepopuliere, J. M., J. M. AL-Yousef lyons.1995. Date and date pits as ingredients in broiler starting and conturnix quail breeder diets. Journal Paultry science, 74(7):1134.
41. Wallace, R. J., N. R. McEwan, F. M. McIntosh, B. Teferedegne, and C. J. Newbold. 2002. Natural products as manipulators of rumen fermentation. Asian-Australian Journal of Animal Science, 15: 1458-1468.
42. Weiss, W. P., and D. J. Wyatt. 2004. Digestible Energy Values of Diets with Different Fat Supplements when Fed to Lactating Dairy Cows. Journal Dairy Science, 87: 1446-1454.
43. Ziaei, N. 2010.The effect of dietary Alhagi (camel grass) ensiled with different levels of low-quality date pulm on apparent nutrient digestion coefficients in kermani sheep. Research Journal Biological Science, 5: 314-3.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 4, Winter 2022, p. 499-512

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۱۲-۴۹۹

The Effect of Palm Kernel Powder on Performance, Microbial Fermentation, Digestibility and Some Blood Parameters of Arabi sheep

Tahereh Mohammadabadi[1*], Zainab Ghezi,[1] Saleh Tabatabai Vakili[2]
Submitted: 25-01-2021
Accepted: 14-04-2021

Mohammadabadi, T., Z. Ghezi, and S. Tabatabai Vakili. 2022. The Effect of Palm Kernel Powder on Performance, Microbial Fermentation, Digestibility and Some Blood Parameters of Arabi sheep. Iranian Journal of Animal Science Research 13(4):499-512.

Introduction The palm date kernel is energetic by-product of animal nutrition classified as medium-quality foods and crude protein content suitable for ruminants. The results of the studies indicate that there are large amounts of nutritious fibers in the palm kernel which are very useful in nutrition. It is reported that the amount of crude protein, NDF, ADF, cellulose; hemicellulose and lignin of palm kernel meal were expressed 4.9%, 21.1%, 40.7%, 43.3%, 26.4%, 6.4%, and 7.4%, respectively. Palm kernel contains all types of amino acids, including isoleucine, leucine, methionine, threonine, valine and phenylalanine and also phenolic compounds, flavonoids and carotenoids. Gross energy, crude fiber, carbohydrates and calcium of palm kernel were 4663 Kcal/Kg, 31.1, 77.2, 10.1 and 0.61%, respectively. The accessibility of amino acids in palm kernel is 65%. The information on using of palm kernel in the ruminant diets is rare. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of palm kernel powder on performance, digestibility in Arabi sheep to reduce dietary prices and optimal use of agricultural by-products.

Materials and methods In the first stage of experiment, the determination of proper level of the palm kernel, the values of 0, 5, 10, 15 and 20% of date kernels in the diet were used and the best amount was determined by in vitro digestion. In the second stage, 15 Arabi sheep with average weight 39±5 kg and 10 months of age were used in the completely randomized design for 50 days period. The experimental treatments were included control diet and diets containing 5 and 10% palm kernel (5 replicates for each treatment). Forage to concentrate ratio was 60 to 40. Diets fed twice per day. The palm kernel was prepared from Dardan company and milled. At the end of the experiment, nutrient intake, performance, digestibility, protozoa population, blood and fermentation parameters of sheep were measured. Parameters of digestion and fermentation of livestock after feeding with date kernels were also evaluated.

For measuring fermentation and digestibility, the animals fed with experimental diets by *in vitro* methods, rumen fluid was collected from animals before the morning feeding. About 200 mg wheat straw incubated with buffered rumen fluid under continuous CO_2 reflux in 100 ml vials for 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 24, 48, 72 and 96 h, at 39 °C. Cumulative gas production data were fitted to the exponential equation. Partitioning factor, microbial biomass, actually degradable organic matter was calculated. Digestibility of dry matter the samples were determined by using tilly and terry method. Data were subjected to analysis as a completely randomized design using the General Linear Model (GLM) procedure of SAS.

Results and Discussion In the first stage, among the various levels of palm kernel, amount of 5 and 10% of palm kernel had higher digestibility, respectively ($P<0.05$). Results of *in vivo* experiment has shown dry matter intake was increased in treatments containing palm date kernel, but digestibility of organic matter, dry matter and crude protein was decreased ($P<0.05$).The use of palm kernel increased the weight and improved feed conversion ratio in 5 and 10% date kernel. The blood glucose concentration did not affect by experimental treatments ($P>0.05$). The amount of BUN, creatinine, LDL and triglyceride significantly decreased by oak kernel treatments, but amount of blood cholesterol and HDL in treatments containing 10% increased ($P<0.05$). Protozoa population, rumen ammonia nitrogen and pH in diets containing palm kernel decreased as compared with that of

1- Professor and M.Sc. Graduated Student, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
2- Associate Professor, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
*Corresponding Author Email: mohammadabadi@asnrukh.ac.ir
Doi:10.22067/ijasr.2021.38269.0

the control diet ($P<0.05$).The potential and rate of gas production, microbial biomass efficiency and organic matter digestibility of soybean meal with rumen fluid animals fed with experimental diets for control treatment, and PF and microbial biomass for 10% palm date kernel significantly increased ($P<0.05$). Also the potential and rate of gas production of wheat straw with rumen fluid animals fed with experimental diets, microbial biomass and organic matter digestibility for control treatment, and PF and microbial biomass efficiency for 10% palm kernel significantly increased ($P<0.05$). There were significant amounts of lignin and resistant starch in the seed, phenolic compounds, volatile compounds and unsaturated fatty acids, flavonoids, carotenoids, and other compounds in the palm kernel that can influence parameters of current study.

Conclusion According to the results of current study, due to the lack of negative effect on rumen fermentation and blood parameters and improving of performance, palm kernel can be used up to 10% in the Arabi sheep diet. Therefore, the use of palm kernels with the effect on the improving of livestock performance and high source of fiber, energy and fatty acids is an acceptable alternative to sheep diets.

Key word: Digestibility, Blood parameters, Rumen fermentation, Palm kernel, Performance.